

О.І. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,
ДП «УХІН», Харків

ПОЛІПШЕННЯ ЯКОСТІ ДОМЕННОГО КОКСУ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОПОРОШКІВ КАРБІДУ КРЕМНІЮ

У статті наводяться результати досліджень щодо поліпшення якості доменного коксу за показниками CRI/CSR при введенні мікропорошку карбіду кремнію чорного у вугільну шихту для коксування. Показано, що добавки карбіду кремнію (до 1 % від маси шихти) є ефективними об'ємно-модифікуючими присадками для виробництва доменного коксу.

Вступ.

В даний час головним споживачем коксу є доменне виробництво, де щорічно використовується близько 14 млн. т коксу (78 % загального обсягу, або 86 % класу крупністю більше 25 мм). Витрата коксу на виплавку чавуну в Україні у середньому складає до 450 кг/т [1], провідні виробники інших країн знизили ці витрати до рівня 300 – 350 кг/т.

Питома витрата коксу в Україні значно вище, що погіршує економіку виплавки чавуну, тому що кокс є найдорожчим компонентом доменної шихти. Тому провідні виробники до 40 % коксу замінюють додатковими паливами, перш за все пиловугільним.

Пиловугільне паливо, як і інші замінники коксу, можуть частково заміщати його як відновник заліза з руди і джерело тепла для здійснення фазових переходів в доменній плавці. Кокс як розпушувач засипу замінити нічим.

Це єдиний матеріал, який залишається у твердій фазі на нижніх горизонтах доменної печі, що утримує на собі вагу всіх вищерозміщених матеріалів і забезпечує газопроникність засипу. В свою чергу, скорочення витрат коксу неможливо без поліпшення його якості, зокрема, зниження реакційної здатності та підвищення міцності.

Заміна в доменній печі частини коксу на пиловугільне паливо ставить нові вимоги до його якості. В даний час до основних показників якості коксу відносять вологість, сірчистість, зольність, механічну міцність, а також індекс реакційної здатності (CRI – Coke Reactivity Index) і міцність залишку коксу після реакції з CO₂ (CSR – Coke Strength after Reaction).

© О.І. Зеленський, 2012

Вимоги металургійних заводів до якості доменного коксу за цими показниками дуже високі ($CRI \leq 30 \%$; $CSR \geq 60 \%$) [2].

Для досягнення необхідного рівня показників якості доменного коксу, коксохімічні заводи повинні використовувати високоякісне коксівне вугілля з певним петрографічним, мінеральним складом і дуже низьким вмістом сірки [3, 4].

Проведені в УХІНі дослідження вітчизняного шахтного фонду коксівного вугілля показали, що вугільна сировинна база України дозволяє отримувати доменний кокс з показниками $CRI \leq 35 \%$ і $CSR \geq 50 \%$ в обсязі всього лише 3,5 – 4,0 млн. тонн на рік. Решта коксівного вугілля, що видобувається в Україні, має великий вміст сірки та в середньому дозволяє отримувати кокс з показниками CRI і CSR в межах 40 %.

Тому, для отримання доменного коксу з необхідними якісними показниками, за наявної вугільної бази, коксохіміки розробляють і використовують різні способи та прийоми, що дозволяють поліпшити ті чи інші параметри його якості. До одних з таких способів відноситься цілеспрямоване регулювання якості коксу шляхом введення до вугільної шихти неспікливих добавок: коксового пилу та дріб'язку, антрациту, напівкоксу, а також неорганічних добавок (дрібнодисперговані оксиди титану, залізу та алюмінію) [5, 6].

В даній роботі була поставлена задача щодо можливості застосування мікропорошків карбїду кремнію, як добавок до вугільних шихт для виробництва доменного коксу.

Експериментальна частина.

Для досліджень використовували мікропорошок карбїду кремнію чорного марки 53С. Попередньо карбїд кремнію подрібнювали у вібромліні протягом 2 годин до розміру часток ≤ 12 мкм. Отриманий вібромелений порошок карбїду кремнію додавали до вугільної шихти у кількості 0,25 – 1,0 мас. % шляхом механічного змішування. Властивості шихти та марочний склад наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика експериментальної вугільної шихти

Марочний склад, %				Технічний аналіз, %				Ступінь подрібнення (вміст класу 0 – 3 мм), %
К	Ж	Г	ПС	Волога, W^r	Зола, A^d	Вихід летких речовин, V^{daf}	Сірка S_t^d	
28	25	37	10	10,2	7,8	29,4	1,12	75,5

Вугільну шихту з добавками мікропорошку карборунду завантажували в металеві перфоровані ящики розміром 200 × 200 × 320 мм (маса завантаження 8 кг) і коксували у промисловій печі на батареї № 7 ПАТ «АЛЧЕВСЬККОКС». Період коксування становив 15⁴⁵ годин.

Після завершення процесу коксування ящики вивантажувалися разом з основною масою коксу для мокрого гасіння і далі витягувалися з рампи.

Результати та їх обговорення.

Отримані таким чином кокси досліджувалися на показники якості коксу реакційну здатність (CRI) і міцність коксу після реакції з CO₂ (CSR) за ДСТУ 4703:2006. Результати досліджень наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Показники CRI/CSR отриманих коксів

№	Вміст мікропорошку, %	CRI, %	CSR, %
1	0	44,3	29,6
2	0,25	38,8	37,8
3	0,5	37,4	40,9
4	1	41,7	28,1

Більш наочно динаміка впливу кількості мікропорошку карборунду на якість коксу представлена на рис. 1 та рис. 2.

Таким чином, проведені дослідження показали, що оптимальна кількість добавки мікропорошку карбіді кремнію чорного у вугільну шихту становить 0,5 % за масою.

При такому рівні добавки спостерігається зниження показника CRI на 6,9 % та підвищення показника CSR на 11,3 %.

Додавання мікропорошку у кількості 1 % починає призводити до погіршення показників коксу CRI/CSR, а також відчутньо збільшувати його зольність, що також негативно позначається на якості доменного коксу.

Передбачається, що зерна мікропорошку карбіді кремнію, які рівномірно розподілені по всьому об'єму вугільної шихти, виступають в якості «зародків» кристалізації в рідиноподвіжній вугільній масі (при 400 – 500 °C) на стадії пластичного стану, тобто ініціюють утворення в коксі додаткових анізотропних (високовпорядкованих) ділянок, що відрізняються низькою реакційною здатністю.

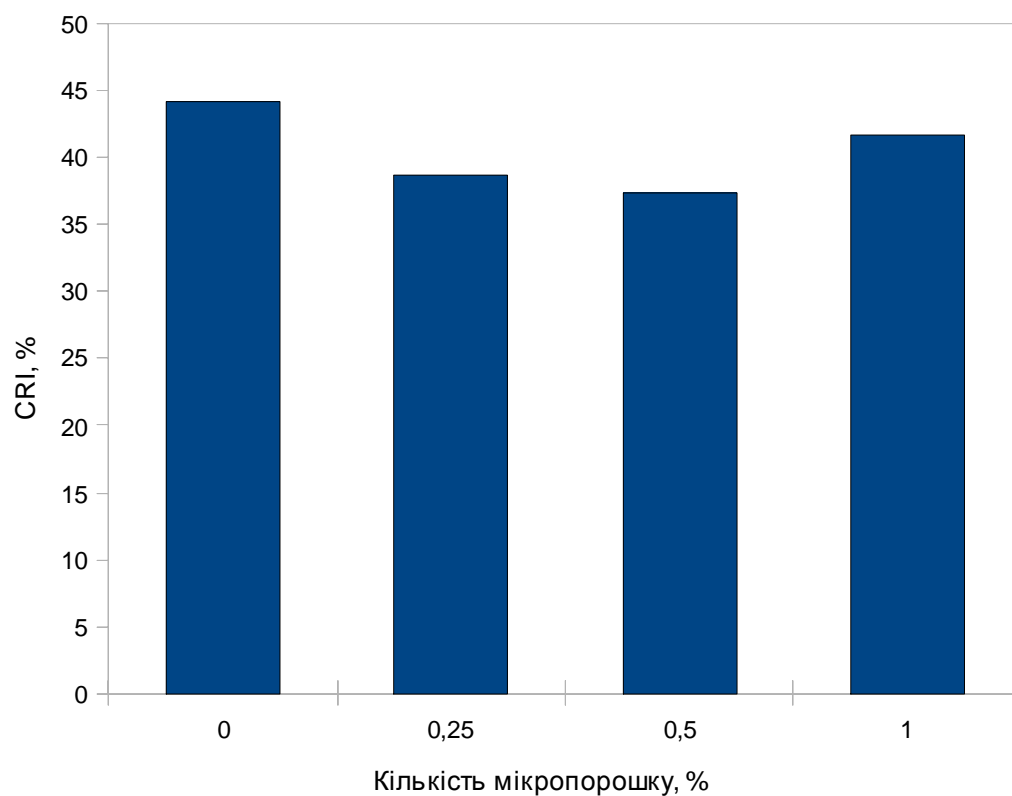


Рис. 1 – Залежність зміни показника CRI від кількості карборундового мікропорошку

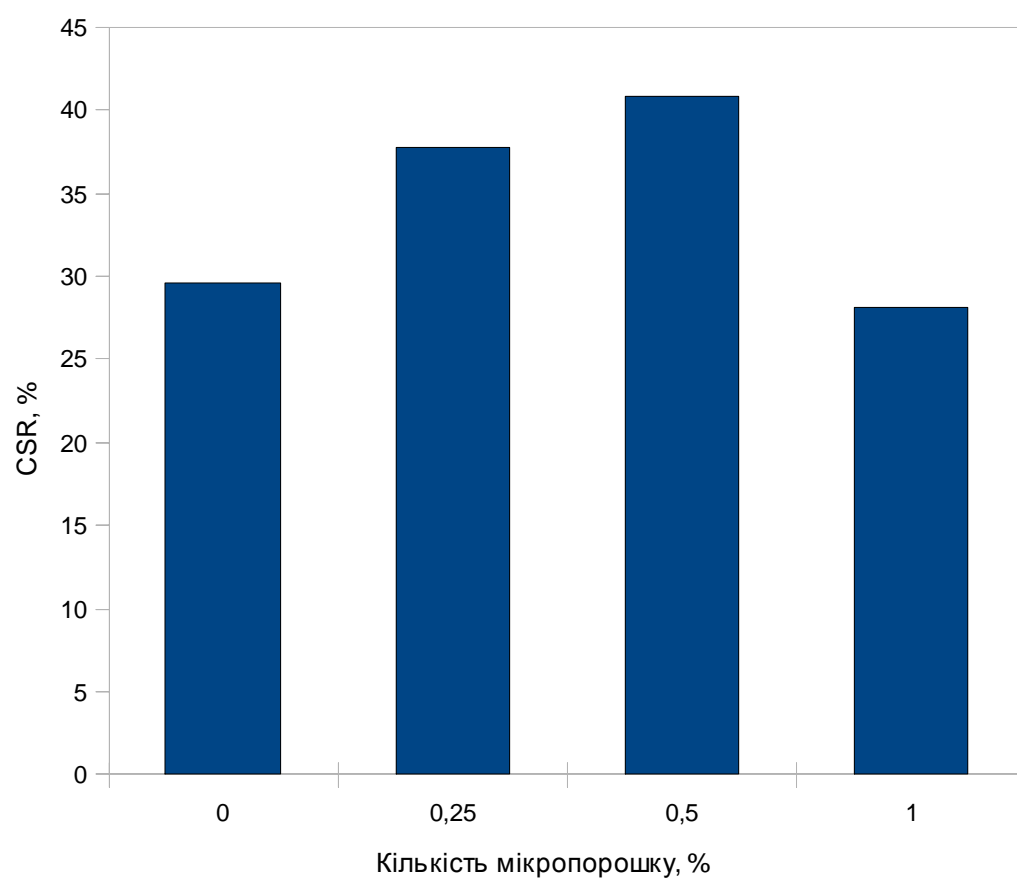


Рис. 2 – Залежність зміни показника CSR від кількості карборундового мікро порошку

Висновки.

Проведені дослідження показали, що вібромелені мікропорошки карбіду кремнію чорного можуть застосовуватися у виробництві доменного коксу в якості об'ємно-модифікуючих присадок. Оптимальна кількість такої присадки у вугільній шихті становить 0,5 мас. %.

Список літератури: 1. Ноздрачев В.А. Перспективные технологии доменной плавки с применением кислорода и пылеугольного топлива / В.А. Ноздрачев, С.Л. Ярошевский, В.П. Терещенко. – Донецк: Новый мир, 1996. – 173 с. 2. Филатов Ю.В. Теория и практика производства и применения доменного кокса улучшенного качества: монография / [Ю.В. Филатов, Е.Т. Ковалев, И.В. Шульга и др.]; под. ред. С.Л. Ярошевского. – Киев: Наукова думка, 2011. – 128 с. 3. Рыщенко А.И. Влияние свойств углей на реакционную способность и послереакционную прочность кокса / [А.И. Рыщенко, И.В. Шульга, Д.В. Мирошниченко и др.] // УглеХимический журнал. – 2009. – № 5 – 6. – С. 17 – 22. 4. Давидзон О.Р. Наукове обґрунтування раціонального використання низько відновленого вугілля Донбасу для виробництва високоякісного коксу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.17.07. «Химия и технология топлив и специальных продуктов» / О.Р. Давидзон. – Х.: УХІН, 2008. – 20 с. 5. Русьянова Н.Д. Угলেখимия: монография / Н.Д. Русьянова. – М.: Наука, 2000. – 316 с. 6. Климовицкая А.Б. Угольные шихты для коксования и добавки к ним / [А.Б. Климовицкая, Г.Е. Бородин, Г.И. Пивень и др.] // Кокс и химия. – 1989. – № 6. – С. 9 – 11.

Надійшла до редколегії 27.08.12

УДК 66.092.89

Поліпшення якості доменного коксу за допомогою мікропорошків карбіду кремнію / О.І. ЗЕЛЕНСЬКИЙ // Вісник НТУ «ХПІ». – 2012. – № 48 (954). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 62 – 66. – Бібліогр.: 6 назв.

В статье приводятся результаты исследований по улучшению качества доменного кокса по показателям CRI/CSR при введении микропорошка карбида кремния черного в угольную шихту для коксования. Показано, что добавки карбида кремния (до 1 % от массы шихты) являются эффективными объемно-модифицирующими присадками для производства доменного кокса.

The paper presents results of research to improve the quality metallurgical coke on indicators the CRI / CSR with the introduction of additives the micropowders silicon carbide black to the coal charge for coking. It is shown that the addition of silicon carbide (up to 1% by weight of the charge) are effective volume-modifying additives for the production of metallurgical coke.